

Einrichtung zur Aufzeichnung von Fahr- und/oder Verkerssituationen von Fahrzeugen und Verfahren zur Auswertung dieser Aufzeichnungen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Aufzeichnung von Fahr- und/oder Verkehrssituationen von Fahrzeugen. Weiter bezieht sie sich auf ein Verfahren zur Auswertung dieser Aufzeichnungen.

Es sind verschiedene Einrichtungen zur Aufzeichnung von Fahrsituationen von Fahrzeugen bekannt. Durch Sensoren werden beispielsweise die Geschwindigkeit oder das Betätigen der Bremse erfasst und in einem Kurzzeitspeicher registriert. Auf diese Weise lassen sich im Nachhinein die Daten im kurzen Zeitraum vor einem Unfall abrufen und eventuell den Unfallhergang rekonstruieren. Ergänzend zu den genannten Sensoren, ist es ebenfalls bekannt, Bild und Ton aufzuzeichnen. Neben einem Mikrofon, werden am Fahrzeug hierzu Videokameras installiert, die das Geschehen vor oder auch hinter dem Fahrzeug erfassen. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass - zusätzlich zum Verhalten des eigenen Fahrzeugs - die Verkehrssituation aufgezeichnet wird. Insbesondere sind im Idealfall das Verhalten und die Zulassungsnummern anderer Fahrzeuge erkennbar.

Trotz der Anzahl der zu installierenden Geräte, lässt sich der Unfallhergang im Streitfall jedoch häufig nur unzureichend rekonstruieren, da die gewonnenen Daten den genauen Ablauf der Ereignisse und deren räumliche und zeitliche Zuordnung zur damaligen Verkehrssituation nur unzuverlässig wiedergeben.

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse setzt sich die Erfindung die Aufgabe, eine Einrichtung zu schaffen, die mit wenigen Installationen am Fahrzeug auskommt und dennoch eine exakte räumliche Zuordnung der Ereignisse im dreidimensionalen Raum vor einem Verkehrsunfall oder während einer kritischen Verkehrssituation ermöglicht. Weiter soll ein Verfahren zur Auswertung der mit dieser Einrichtung erstellten Aufzeichnungen angegeben werden.

Insbesondere können neben der exakten 3D-Lage aller beteiligten Fahrzeuge auch deren Geschwindigkeit und Beschleunigung in Betrag und Richtung aufgezeichnet werden.

Die erfindungsgemäße Einrichtung entspricht den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Das erfindungsgemäße Verfahren geht aus Patentanspruch 16 hervor. Weitere vorteilhafte Ausbildungen des Erfindungsgedankens sind aus den abhängigen Patentansprüchen ersichtlich.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug in der Draufsicht;

Fig. 2 zeigt schematisch den am Fahrzeug anzubringenden, der Erfassung der Daten dienenden Teil der Einrichtung;

Fig. 3 zeigt die Ansicht einer Verkehrssituation mit zwei Fahrzeugen.

Ein Personenwagen 1 ist gemäss den Fig. 1 und 2 mit zwei schematisch angedeuteten, der Bildaufzeichnung dienende Erfassungskameras 2 und 3 ausgerüstet. Vorzugsweise handelt es sich dabei um digitale Kameras,

denen je ein Mikrofon 4 und 5 zugeordnet ist. Gekoppelt an diese Erfassungskameras 2 und 3 ist mindestens ein Speicher. Im vorliegenden Fall ist ein nichtflüchtiger Speicher 6 oder 7 in der Art eines Ringpuffers vorhanden. Es kann auch jedes der beiden Erfassungskameras 2 und 3 mit einem separaten Speicher 6 und 7 versehen sein. Auf den Zweck der Ringpuffer wird später eingegangen. Darüber hinaus ist mindestens ein weiterer, nichtflüchtiger Speicher 8 und 9 vorgesehen, der an den als Ringpuffer dienenden Speicher gekoppelt ist. Dieser weitere Speicher kann die gleiche Menge an Daten bzw. Bildern speichern wie der erste. Die Erfassungskameras 2 und 3 nehmen in schneller Folge Bilder auf, beispielsweise 25x pro Sekunde. Sie sind gegenseitig synchronisiert. Vorteilhaft erfolgt auch eine Synchronisation zur genauen Zeit. Dies kann mittels einer Funkuhr 10 erfolgen. Das bedeutet, dass der genaue Zeitpunkt jedes Bildes festgehalten wird.

Die beiden Erfassungskameras 2 und 3 sind so ausgerichtet, dass der Bereich vor dem Fahrzeug 1 erfasst wird. Hierbei überschneiden sich deren Erfassungsbereiche 11 und 12 in einem Schnittbereich 13, der zumindest die Fahrbahn 14 vor dem Fahrzeug 1, vorzugsweise jedoch auch je einen Streifen links und rechts davon umfasst. Die vorliegende schematische Zeichnung dient nur der Erklärung. Sie legt in bezug auf die vorliegende Erfindung weder die Lage noch die Ausrichtung der Erfassungskameras 2 und 3 fest. Es ist indessen von Vorteil, wenn der gegenseitige Abstand 15 der beiden Erfassungskameras 2 und 3 möglichst gross gewählt wird.

Die Lage und Ausrichtung der beiden Erfassungskameras 2 und 3 am Fahrzeug 1, insbesondere auch deren Abstand 15 voneinander, ist in jedem Fall zu ermitteln und vorzugsweise ebenfalls in einem Speicher 16 festzuhalten. Die Kenntnis der Lage der Erfassungskameras 2 und 3 zueinander und deren Lage am Fahrzeug selbst, erlaubt es mit Methoden der Bildverarbeitung und der Photogrammetrie, die exakte Lage von

einem oder mehreren Referenzpunkten zu ermitteln. Diese Methoden sind an sich bekannt. Im vorliegenden Fall können Referenzpunkte R, die auf mindestens zwei synchronisiert aufgenommenen Bildern von je einer Erfassungskamera 2 und 3 sichtbar sind, genau trianguliert werden, wie mit T angedeutet, so dass deren dreidimensionale Koordinaten X, Y und Z, innerhalb eines Koordinatensystems exakt bestimmbar sind.

Es sei hier eingefügt, dass es im Rahmen der Erfindung liegt, auch mehr als zwei Erfassungskameras 2 und 3 vorzusehen. Insbesondere durch die Verwendung einer Gruppe von drei Erfassungskameras kann die Messgenauigkeit noch gesteigert werden. Analog der hier in Fahrtrichtung wirkenden Erfassungskameras, können zusätzlich auch solche nach hinten angeordnet werden. Theoretisch sogar solche zu beiden Fahrzeugseiten.

Aus Fig. 3 ist die praktische Umsetzung der vorgehend beschriebenen Erkenntnisse in einer Verkehrssituation mit zwei sich einander nähерnden Fahrzeugen 1 und 17 ersichtlich. Dargestellt ist die Erfassung der Verkehrssituation durch die beiden Erfassungskameras 2 und 3 des ersten Fahrzeugs 1. Sind beide Fahrzeuge 1 und 17 damit ausgerüstet, erfolgt diese Erfassung zusätzlich auch am Gegenfahrzeug und kann zur Korrektur beigezogen werden.

Die am zweiten Fahrzeug 17 der Triangulation als Referenzpunkte dienenden Erkennungspunkte 18 und 19 sind zum Zweck der automatischen Auswertung vorzugsweise eigens angeordnet. Es kann sich um weisse Kreise oder Punkte handeln. Sie können auch leuchtend ausgebildet werden, sei es als passiv leuchtende Elemente, beispielsweise Reflexionsmarken, oder auch als aktiv leuchtende Elemente, beispielsweise Leuchtdioden. Die Elemente können aber auch für das menschliche Auge unsichtbar leuchten, beispielsweise mittels Infrarotlicht. Die Erkennungspunkte 18 und 19 sollten in möglichst grossem Abstand voneinander angeordnet sein. Denkbar ist es aber auch, diese Erkennungspunkte 18 und

19 an den Ecken eines normierten Nummernschildes oder eines Nummernschildrahmens anzubringen, eventuell in normierter Lage. Letztere Lösungen würden die Aus- bzw. Nachrüstung von älteren Fahrzeugen vereinfachen.

Es sei hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Einsatz der vorliegenden Einrichtung nicht nur auf Personenwagen beschränkt ist. Jedes beliebige Fahrzeug kann damit ausgerüstet werden, auch Zweiradfahrzeuge. Letztlich ist sogar die Montage an einem Fahrrad denkbar, denn die Kosten und das Gewicht sind verhältnismässig gering. Darüber hinaus ist die Einrichtung ohne weiteres auch für Schienenfahrzeuge verwendbar, von der Strassenbahn bis zur Eisenbahn. Ebenso können Wasserfahrzeuge damit ausgestattet werden, beispielsweise in der Flusschifffahrt. Denkbar ist auch der Einsatz an Luftfahrzeugen. So besteht beispielsweise bei Segelflugzeugen in engen Thermikgebieten ebenfalls ein Kollisionsrisiko.

Solange - wie dies bei Strassenfahrzeugen der Fall ist - die Fläche im Raum bekannt ist, auf der sich das Fahrzeug 1 und/oder 17 bewegt hat, genügen zwei Erkennungspunkte 18 und 19 zur räumlichen Rekonstruktion. Falls diese Fläche nicht bekannt ist oder sich das Fahrzeug frei im Raum bewegt hat - beispielsweise im Fall eines Luft- oder Wasserfahrzeugs - so sind mindestens drei Erkennungspunkte 18 und 19 notwendig. Bei Bewegung längs einer Raumlinie - beispielsweise bei Schienenfahrzeugen - genügt auch ein Erkennungspunkt 18 oder 19.

Die Verwendung von mehr als der minimal notwendigen Anzahl Erkennungspunkte 18 und 19 steigert die Messgenauigkeit. So können auch bei Strassenfahrzeugen drei Erkennungspunkte vorgesehen werden. Diese werden vorzugsweise nach dem Delauny-Kriterium, d.h. möglichst nahe bei einem gleichseitigen Dreieck, und mit möglichst grossen Abständen angeordnet. Je ein Erkennungspunkt könnte an den Scheinwerfern bzw.

den Rückleuchten angebracht werden. Ein dritter Erkennungspunkt könnte beispielsweise an der Vorderseite des Innenrückspiegels, bzw. im Bereich einer häufig vorhandenen dritten Bremsleuchte in der Heckscheibe angeordnet sein.

Die verschiedenen Erkennungspunkte können auch kodiert sein, sei es durch unterschiedliche Form und/oder Farbe. Bei aktiv leuchtenden Erkennungspunkten kann eine Kodierung durch unterschiedliche Blink-Frequenzen oder -Rhythmen erfolgen. Dies erleichtert deren automatische Erkennung und Zuordnung mittels Bildverarbeitung.

Selbstverständlich ist es jedoch auch möglich, am Fahrzeug ohnehin vorhandene Elemente als Referenz- bzw. als Erkennungspunkte 18 und 19 zu verwenden. Dies könnten die Scheinwerfer und die Rückleuchten, die Nummernschilder oder auch Elemente des Fahrzeugdesigns, wie Kanten und dergleichen sein.

Ist die Lage der Erfassungskameras 2 und 3 im Koordinatensystem 20 des ersten Fahrzeugs 1 und die Lage der Erkennungspunkte 18 und 19 am Koordinatensystem 21 des zweiten Fahrzeugs 17 bekannt und gespeichert, so kann - mittels einer entsprechenden Software - die Lage und Bewegung der beiden Fahrzeuge 1 und 17 vor einem Unfall errechnet und dargestellt werden.

Durch die dreidimensionale, zeitlich getaktete Erfassung, sind neben der aktuellen räumlichen Lage, auch die momentane Geschwindigkeit, die Geschwindigkeitsrichtung, Richtungsänderungen, Beschleunigungs- und Bremsmanöver sowie Eigenrotationen der einzelnen Fahrzeuge um ihren Schwerpunkt sichtbar und masstäblich messbar. Insbesondere ist dadurch erkennbar, wie die Fahrzeuge vor dem Unfall unterwegs waren, wann ein Bremsvorgang eingeleitet wurde und wie lange es bis zum Stillstand dauerte. Und dies ohne, dass es dazu Sensoren an den Lenkräder

sowie an den Brems- und Gaspedalen bedürfte. Nebenbei ergeben sich durch die Bildaufzeichnung die damit ohnehin verbundenen Erkenntnisse über das im Bild aufgenommene Fahrzeug, wie Lichtführung oder Blinkerbetätigung und nicht zuletzt über Zulassungsnummer und Lenker.

Die der Datenspeicherung dienenden Teile der Einrichtung sind gegen Erschütterungen und gegen unerwünschte Manipulation zu sichern. Hierzu kann ein plombierter, stoss-, druck- und feuerresistenter Behälter dienen. Dieser Behälter kann auch mit einer Ortungsmöglichkeit versehen sein, die dessen Auffinden nach einem Unfall erleichtert. Beispielsweise kann dies eine Sendeeinrichtung, eine magnetisch passive Diode oder eine Blinkeinrichtung sein.

Die Auswertung der Daten kann nach einem Unfall oder nach einer aufgezeichneten, kritischen Verkehrssituation extern erfolgen. Die dazu erforderliche Software kann einem Verkehrsexperten zur Verfügung gestellt werden. Die Auswertung kann automatisch, halbautomatisch oder auch manuell erfolgen. Die beschriebene Einrichtung erlaubt jedenfalls eine zeitsparende automatische Auswertung. Dabei kann beispielsweise auch das Verhalten von einem Dritten, aus den Aufzeichnungen erkennbaren Fahrzeug überprüft werden.

Bei der Auswertung können auch die Masse und Konturen der aufgenommenen, beteiligten Fahrzeugtypen berücksichtigt werden. Damit und durch die zuvor beschriebene Erfassung der relativen Bewegung der Koordinatensysteme 20 und 21 von zwei oder mehr Fahrzeugen 1 und 17 gegeneinander und von mindestens einem Koordinatensystem 20 eines Fahrzeugs 1 relativ zur Umgebung, ist es möglich, die relative Lage und Bewegung von beliebig ausgewählten Punkten auf den Fahrzeugen oder der Umgebung zu rekonstruieren. Zur Berücksichtigung der beteiligten Fahrzeugtypen, kann die Software eine entsprechende Datenbank aufweisen oder von einer derartigen Datenbank die erforderlichen Daten

abrufen. Ist der Fahrzeugtyp zu diesem Zeitpunkt noch nicht erfasst gewesen, so kann dies ohne weiteres nachgeholt werden.

Zum Einbezug der Umgebung des Unfallortes, ist die Software so auszulegen, dass auch das Koordinatensystem 22 der Umgebung einfließen kann. Das Bild der Umgebung kann entweder den vorhandenen Bildaufzeichnungen entnommen werden oder es wird nachträglich noch mindestens ein Bild der Umgebung aufgenommen. Zur räumlichen Rekonstruktion sind mindestens zwei Bilder aus unterschiedlichen Standorten und Blickwinkeln erforderlich. Auch den ruhenden Umgebungsbildern sind Referenz- bzw. Erkennungspunkte 23, 24 und 25 zuzuordnen. Es kann sich dabei beispielsweise um ohnehin vorhandene Erkennungspunkte 23, 24 und 25 am Mittelstreifen der Fahrbahn oder an einer Leitplanke oder um die Leuchtpunkte an Strassenpfosten handeln. Dadurch kann die gegenseitige Lage und Bewegung der Fahrzeuge 1 und 17 korrekt in Beziehung zum ruhenden Koordinatensystem 22 der Umgebung gebracht werden. Der Hergang des Unfalls oder der kritischen Verkehrssituation lässt sich in das Umgebungs bild projizieren und somit ein zuverlässiges, virtuelles, räumliches Bild aus Sicht eines aussenstehenden Betrachters errechnen und darstellen, ähnlich der schematischen Darstellung nach Fig. 3. Dabei handelt es sich jedoch nicht nur um ein statisches Bild, sondern um eine Bildfolge, d.h. um einen Film über das Geschehen von einem Zeitpunkt vor dem Unfall bis zum Unfall selbst. Der Standpunkt des Betrachters kann beliebig verändert werden, ähnlich einem Hologramm. Die genaue Lage und Bewegung jedes einzelnen Punktes kann nach Bedarf abgerufen werden. Dies alles erleichtert im Streitfall die Klärung der Schuldfrage erheblich.

Es versteht sich von selbst, dass aus den Aufzeichnungen ein Unfallhergang auch dann rekonstruierbar ist, wenn kein zweites Fahrzeug 17 beteiligt ist. Das Verhalten des einen Fahrzeugs 1 ist in jedem Fall in Re-

lation zu Referenzpunkten R oder Erkennungspunkten 23, 24 und 25 der Umgebung errechenbar.

In den Speichern 8 und 9 können Informationen über eine kritische Verkehrssituation festgehalten werden, beispielsweise Beinaheunfälle, die eventuell zu Folgen für Dritte Verkehrsteilnehmer geführt haben, während dem die laufend überschreibende Speicherung in die als Ringpuffer ausgebildeten Speicher 6 und 7 nicht gestoppt wird. Diese Bild- und Toninformationen können bei Bedarf ausgewertet werden, u.a. zur Ermittlung der Zulassungsnummern der beteiligten Fahrzeuge.

Die vorgenannte Zwischenspeicherung kann entweder elektronisch ausgelöst werden oder manuell durch den Fahrer, beispielsweise durch eine Taste am Lenkrad. Eine elektronische Auslösung könnte durch Anhalten des Fahrzeugs 1 erfolgen, die z.B. durch gleichbleibende Bildinformationen detektierbar ist, oder durch Abstellen der Zündung oder durch nicht mehr Betätigen des Gaspedals während einiger Sekunden. Es ist aber auch jedes andere detektivierbare Signal denkbar.

Als fahrzeugexternes Zubehör können, Kalibriereinrichtungen vorhanden sein, eventuell auch nur als Software für bereits bestehende Einrichtungen. Eine erste Kalibrierung kann der Erfassung und Berechnung der Lage der Erkennungspunkte 18 und 19 sowie allenfalls weiterer Punkte im Koordinatensystem 21 eines Fahrzeugs 17 dienen. Hierzu sind mindestens zwei stationäre Erfassungskämeras erforderlich. Weiter können mittels eines stationären Satzes von photogrammetrischen Erkennungspunkten die Lage von an einem Fahrzeug 1 montierten Erfassungskämeras 2 und 3 im Koordinatensystem 20 dieses Fahrzeugs 1 berechnet werden.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Aufzeichnung von Fahr- und/oder Verkehrssituationen von Fahrzeugen ist relativ preisgünstig. Digitale Ka-

meras, wie sie beispielsweise als Webcams verwendet werden, sind heutzutage preiswert erhältlich. Ebenso die als Speicher dienenden Mikrochips. Die Auswertung erfolgt ja extern und verursacht am Fahrzeug keine Kosten. Da es bei Unfällen häufig um einen hohen Sachschaden an den Fahrzeugen und möglicherweise auch um teure Folgekosten für die verletzten Personen geht, ist eine sichere Beweislage von grossen Vorteil. Sie schützt den sich korrekt verhaltenden Verkehrsteilnehmer vor unrechtfertigten Schuldzuweisungen und Schadenersatzforderungen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung die Einrichtung auch anders als vorgehend beschrieben auszubilden. Unter anderem kann auch eine die Abläufe kontrollierende Steuerung 26 vorhanden sein.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Aufzeichnung von Fahr- und/oder Verkehrssituationen von Fahrzeugen, gekennzeichnet durch eine an einem Fahrzeug (1) anzubringende Anordnung von mindestens zwei mit Abstand (15) voneinander liegenden Erfassungskameras (2, 3), wobei sich deren jeweilige Erfassungsbereiche (11, 12) überlagern oder in einem gemeinsamen Schnittbereich (13) überschneiden, wodurch mindestens ein von zwei oder mehr Erfassungskameras (2, 3) aufgenommener Referenzpunkt (R) der Umgebung und/oder Erkennungspunkt (18, 19) mindestens eines zweiten Fahrzeugs (17) triangulierbar ist (T), mit dem Zweck, aus einer Bildaufzeichnung dessen Lage und dadurch nach einem Unfall oder nach einer kritischen Verkehrssituation die Lage und/oder Bewegung mindestens eines Fahrzeugs (1, 17) rekonstruieren zu können.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungskameras (2, 3) mit mindestens einem Speicher (6, 7, 8, 9) verbunden sind, zur Speicherung der Aufzeichnungen und/oder von Daten über deren Anordnung und/oder über das Fahrzeug (1).
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (15) der Erfassungskameras (2, 3) untereinander und/oder deren Anordnung in einem Koordinatensystem (20) eines Fahrzeugs (1) kalibriert ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (15) der Erfassungskameras (2, 3) untereinander und/oder deren Anordnung in einem Koordinatensystem (20) eines Fahrzeugs (1) in einem Speicher festgehalten ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungskameras (2, 3) mit einer Zeitsteuerung verbunden sind, derart dass deren Bildaufnahme zeitlich synchronisiert erfolgen kann.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungskameras (2, 3) jeweils zur Aufnahme einer Bildfolge ausgelegt sind, beispielsweise 25 Bilder pro Sekunde.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungskameras (2, 3) mit einer Zeitmessvorrichtung, z.B. mit einer Funkuhr verbunden sind, mit dem Zweck, die absolute Zeit der jeweiligen Bildaufnahme bestimmen zu können.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Tonaufnahmeverrichtung, z.B. ein Mikrofon (4, 5) vorhanden ist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 - 8, gekennzeichnet durch einen Sensor, z.B. ein Beschleunigungssensor, zum automatischen Auslösen oder zum Festhalten einer Datenspeicherung.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 - 9, gekennzeichnet durch eine Betätigungsverrichtung, z.B. eine Taste am Lenkrad, zum manuellen Auslösen oder zum Festhalten einer Datenspeicherung.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 - 10, gekennzeichnet durch mindestens einen nichtflüchtigen Speicher (6, 7) in der Art eines Ringpuffers und durch mindestens einen weiteren, nichtflüchtigen Speicher (8, 9), der an den als Ringpuffer dienenden Speicher (6, 7) gekoppelt ist.

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 11, gekennzeichnet durch von Erfassungskameras (2, 3) erfassbare Erkennungspunkte (18, 19, 23, 24, 25), die an einem Fahrzeug (17) und/oder im Bereich von Verkehrswegen anzuordnen sind.
13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennungspunkte (18, 19, 23, 24, 25) in Form und/oder Farbe kodiert sind, z.B. derart, dass in einer Anordnung von zwei oder mehr Erkennungspunkten (18, 19, 23, 24, 25) jeder eine eigene Form aufweist.
14. Einrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennungspunkte (18, 19, 23, 24, 25) passiv leuchtend ausgebildet sind, z.B. reflektierend.
15. Einrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennungspunkte (18, 19, 23, 24, 25) aktiv leuchtend ausgebildet sind, z.B. in Form von Leuchtdioden.
16. Verfahren zur Auswertung von mit der Einrichtung nach Anspruch 1 erstellten Aufzeichnungen von Fahr- und/oder Verkehrssituationen, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein von zwei oder mehr Erfassungskameras (2, 3) aufgenommener Referenzpunkt (R) und/oder Erkennungspunkt (18, 19, 23, 24, 25) trianguliert wird (T), mit dem Zweck, dessen Lage und dadurch nach einem Unfall oder nach einer kritischen Verkehrssituation die Lage und/oder Bewegung mindestens eines Fahrzeugs (1, 17) zu rekonstruieren.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Triangulation (R) durch Bildverarbeitung und/oder Photogrammetrie erfolgt.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnung der Lage des oder der Referenzpunktes (T) und/oder

Erkennungspunkte (18, 19, 23, 24, 25) in der Bildfolge einer Bildaufzeichnung automatisch in einem mit entsprechenden Rechenformeln programmierbaren Gerät erfolgt, z.B. in einem PC.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Lageveränderung des oder der Referenzpunkte (T) und/oder Erkennungspunkte (18, 19, 23, 24, 25) in der Bildfolge einer Bildaufzeichnung die Bewegungen mindestens eines Fahrzeugs (1, 17) errechnet werden, z.B. die Fahrtrichtung und allfällige Richtungsänderungen sowie die Geschwindigkeit und allfällige Geschwindigkeitsänderungen, d.h. eine Beschleunigung oder ein Bremsvorgang.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 - 19, dadurch gekennzeichnet, dass in der Berechnung der Lage und/oder Bewegung eines Fahrzeugs (1, 17) die Lage der Erfassungskameras (2, 3) an einem Koordinatensystem (20) dieses Fahrzeugs (1) und/oder die Lage der Erkennungspunkte (18, 19) an einem Koordinatensystem (21) mindestens eines zweiten Fahrzeugs (17) berücksichtigt werden, wobei diese Daten in einem Speicher des im Fahrzeug angeordneten Teils Einrichtung gespeichert sein können.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 - 20, dadurch gekennzeichnet, dass in die Berechnung der Lage und/oder Bewegung eines Fahrzeugs (1, 17) ein Koordinatensystem (22) der Umgebung einfließt, wobei das Bild der Umgebung entweder den vorhandenen Bildaufzeichnungen der Erfassungskameras (2, 3) entnommen werden kann oder die Umgebung nachträglich aufgenommen wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass den Umgebungsbildern Referenzpunkte (R) oder Erkennungspunkte (23, 24) zugeordnet werden, wobei es sich um in der Umgebung ohnehin vor-

handene Punkte handeln kann, z.B. am Mittelstreifen einer Fahrbahn, an einer Leitplanke oder um reflektierende Punkte an Strassenpfosten.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 - 22, dadurch gekennzeichnet, dass in der Berechnung der Lage und/oder Bewegung eines Fahrzeugs (1, 17) der jeweilige Fahrzeugtyp berücksichtigt wird, wozu die Daten dieses Fahrzeugtyps z.B. manuell eingegeben oder auf eine die Daten von einer Vielzahl von Fahrzeugtypen beinhaltende Datenbank zurückgegriffen werden kann.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 - 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage und Bewegung eines oder mehrerer Fahrzeuge (1, 17) in das Umgebungs bild projiziert und somit eine virtuelle Darstellung eines Unfallhergangs oder einer kritischen Verkehrssituation aus einer Zuschauerperspektive errechnet und dargestellt wird.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 24. März 2005 (24.03.05) eingegangen;
ursprüngliche Ansprüche 1-24 durch geänderte Ansprüche 1-10 ersetzt (4 Seiten)]

1. Verfahren zur Auswertung von Fahr- und/oder Verkehrssituationen mit mindestens zwei mit Abstand (15) voneinander an einem Fahrzeug (1) angeordneten Erfassungskameras (2,3), deren jeweilige Erfassungsbereiche (11,12) sich in einem gemeinsamen Schnittbereich (13) überlagern, *dadurch gekennzeichnet*, dass mit den Erfassungskameras (2,3) zeitlich synchronisiert und räumlich kalibriert mindestens ein künstlich angebrachter oder natürlich vorhandener Referenzpunkt der Umgebung (23,24,25) und/oder mindestens eines zweiten Fahrzeugs (18,19) trianguliert, d.h. in seiner räumlichen Lage erfasst wird, und hernach die zeitliche und örtliche Position und Lage (20) des ausgerüsteten Fahrzeugs (1) und/oder die Position und Lage (21) mindestens eines weiteren Fahrzeugs (17) relativ zueinander und/oder relativ zur Position und Lage der ruhenden Umgebung (22) ganz oder teilweise bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass an die räumliche Lage und Position der Erfassungskameras (2,3) und/oder an mindestens einen künstlich oder natürlich ausgezeichneten Referenzpunkt (18,19) ein Objekt, z.B. aus einer CAD-Fahrzeug-Datenbank, angeknüpft wird, wonach aus der Bildaufzeichnung die Lage und/oder Bewegung mindestens dieses Objektes (1,17) rekonstruiert wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Triangulation (T) durch Bildverarbeitung und/oder Photogrammetrie erfolgt, wobei in der zweidimensionalen Bildpaar-Folge einer Bildaufzeichnung die Berechnung der Lage und

Zuordnung des Abbildungs-Paars eines oder mehrerer dreidimensionaler Referenzpunkte (18,19,23,24,25) und deren anschliessende Transformation in den dreidimensionalen Raum in einem mit entsprechenden Rechenformeln programmierbaren Rechner halbautomatisch oder automatisch erfolgt, wobei die Bewegungen mindestens des ausgerüsteten Fahrzeugs (1) relativ zur Umgebung und/oder zu mindestens einem weiteren Fahrzeug (17) errechnet werden, nämlich die Position, die Fahrtrichtung und allfällige Richtungsänderungen, sowie die Geschwindigkeit und allfällige Geschwindigkeitsänderungen, d.h. eine Beschleunigung und/oder ein Bremsvorgang, sowie die Winkelgeschwindigkeit und allfällige Winkelgeschwindigkeitsänderungen und somit eine virtuelle Darstellung eines Unfallhergangs und/oder einer kritischen Verkehrssituation aus einer beliebigen Zuschauerperspektive errechnet und dargestellt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass bedarfsweise mit nachträglich aufgenommenen Bildern der Umgebung oder deren unfallrelevanten Teilbereichen ein virtuelles dreidimensionales Modell der Umgebung oder deren Teilbereiche in das vorhandene ruhende Umgebungs-Koordinatensystem (22) gelegt wird, wodurch dieses virtuelle dreidimensionale Umgebungs-Modell der räumlichen und zeitlichen Position und Lage eines oder mehrerer Fahrzeuge (1,17) relativ zum Koordinatensystem (22) massstäblich unterlegt wird.
5. Einrichtung zur Aufzeichnung von Fahr- und/oder Verkehrssituationen von Fahrzeugen nach einem der Verfahrensansprüche 1 bis 4, bestehend aus zwei mit Abstand (15) voneinander angeordneten Erfassungskameras (2,3), deren jeweilige Erfassungsbereiche (11,12) sich in einem gemeinsamen Schnittbereich (13) überlagern, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Erfassungskameras (2,3) in ihrer räumlichen

Position und Lage im Fahrzeugkoordinatensystem photogrammetrisch einkalibriert und zeitlich synchronisiert sind, wobei deren individuelle Kalibrationsdaten auf einem zugehörigen Speicherchip abgelegt sind, wodurch mindestens ein von diesen Erfassungskameras (2,3) aufgenommener, künstlich angebrachter oder natürlich vorhandener Referenzpunkt der Umgebung (23,24,25) und/oder mindestens eines zweiten Fahrzeugs (18,19) triangulierbar ist, wodurch die zeitliche und örtliche dreidimensionale Lage dieser künstlich oder natürlich ausgezeichneten Referenzpunkte bestimmbar ist und sie wahlweise an Objekte, z.B. aus einer CAD-Fahrzeug-Datenbank anknüpfbar sind, sodass aus einer seriellen Bildaufzeichnung die Position und Lage und/oder Bewegung des Koordinatensystems (20) dieses Fahrzeugs (1) relativ zu einem ruhenden Umgebungs-Koordinatensystem (20) und/oder relativ zu mindestens einem weiteren Koordinatensystem (21) des Fahrzeugs (17) rekonstruierbar ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass sie mindestens einen mit den Erfassungskameras (2,3) gekoppelten Speicher (6,7) zur seriellen Speicherung einer Bildfolge aufweist, zum Beispiel in Form eines Ringpuffers, und mindestens einen weiteren, nichtflüchtigen Speicher (8,9) zur Speicherung der photogrammetrischen Kalibrierdaten und/oder der räumlichen Kamera-Anordnung im Koordinatensystem (20) des ausgerüsteten Fahrzeugs (1).
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Erfassungskameras (2,3) mit einer Zeitmessvorrichtung, z.B. mit einer Funkuhr verbunden sind, mit dem Zweck, die absolute Zeit der jeweiligen Bildaufnahme bestimmbar zu machen.

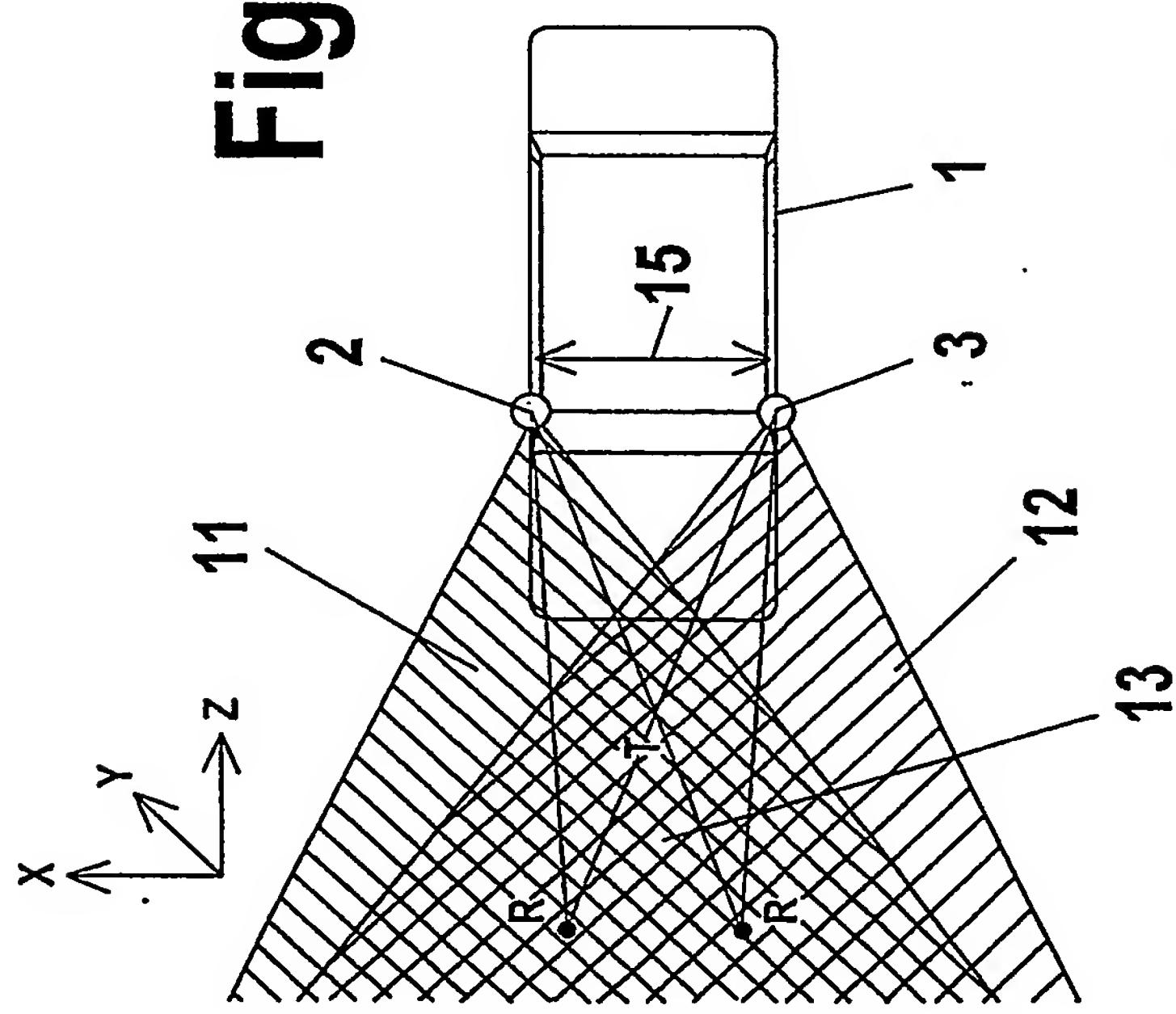
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass mindestens eine Tonaufnahmeverrichtung, z.B. ein Mikrofon (4, 5) vorhanden ist, zur bildsynchronen Aufzeichnung von Geräuschen.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass sie einen Sensor zum automatischen Auslösen oder zum Festhalten einer Datenspeicherung, oder eine Betätigungsverrichtung, z.B. eine Taste am Lenkrad, zum manuellen Auslösen oder zum Festhalten einer Datenspeicherung einschliesst.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Unterstützung des Verfahrens künstlich angebrachte Referenzpunkte (18,19,23,24,25), an einem Fahrzeug (1,17) und/oder im Bereich von Verkehrswegen angeordnet sind, wobei diese künstlichen Referenzpunkte (18,19,23,24,25) zum Zweck einer verbesserten automatischen Erkennung in Form und/oder Farbe kodiert und/oder passiv oder aktiv leuchtend ausgebildet sind.

Erklärung nach Artikel 19 PCT

Eine massstäbliche Rekonstruktion einer stereographischen oder stereoskopischen aufgenommenen 3D-Szene, wie in DE 199 52 832 A1 und in DE 42 35 046.8 beschrieben, bedingt die gegenseitige Zuordnung (= Korrelation) der Pixelpunkte im überlappenden Kamerabereich. Der menschliche Betrachter führt eine Art Punkte-Korrelation in seinem Gehirn durch und bekommt so einen räumlichen Eindruck der aufgenommenen 3D-Szene, sofern die Kameras bei der Aufnahme ungefähren Augenabstand hatten. Somit kann er aus der stereographisch-stereoskopisch aufgenommenen Szene mit ähnlichen Methoden wie beim direkten Sehen ungefähre Distanzen ableiten. Eine vollständige und automatische Zuordnung aller Pixel-Punkte mittels eines Rechenprogramms, wie sie heute in einigen wenigen speziell darauf ausgerichteten Spezialfällen möglich ist (z.B. Projektion von Korrelationsmustern), wird im allgemeinen nicht gelingen, da die meisten Bild-Pixelpunkte nicht eindeutig zuordnenbar sind, z.B. die Pixel in einer ungemusterten Fläche. Selbst wenn ein Rechenprogramm den Sehvorgang des menschlichen Hirns exakt simuliert, muss es - ähnlich diesem - die unkorrelierbaren Bereiche durch Erfahrungswerte oder Interpolation der andern Bereiche abschätzen. Eine Nachstellung des äusserst komplexen und nicht vollständig geklärten menschlichen Sehvorgangs ist somit mit riesigem Rechenaufwand verbunden, kaum zu automatisieren und würde für unkorrelierbare Bildbereiche nur eine sehr grobe Schätzung liefern. Eine entsprechende, vorderhand unbekannte Rechenmethodik wird in DE 199 52 832 A1 zur Rückgewinnung der 3D-Szene vorausgesetzt, aber nicht weiter offenbart, oder sie wird einem menschlichen Betrachter und seiner angeborenen Fähigkeit des Stereosehens überlassen. Demgegenüber erlaubt eine photogrammetrisch, am Fahrzeug individuell einkalibrierte und auf dem Speicherchip abgelegte Kamera-Anordnung, wie im vorliegenden Patent beschrieben, einerseits künstlich angebrachte Referenzpunkte (= Targets) aber auch alle natürlich vorhandenen Referenzpunkte exakt, automatisierbar und mit wenig Rechenaufwand in 3D zu vermessen (= zu triangulieren). Basis für eine genaue quantitative Erfassung ist, neben individueller, photogrammetrischer Kalibrierung und zeitlicher

Synchronisation der verwendeten Kameras die Beschränkung auf einige wenige, exakt erkennbare und zuordnenbare (= triangulierbare) Referenzpunkte. Im allgemeinen genügen höchstens drei Referenzpunkte für die Lagebestimmung eines bekannten Starrkörper-Objekts. Eine vollständige räumliche und zeitliche Rekonstruktion der 3D-Szene entfällt, da alle involvierten Fahrzeugtypen als bekannte Starrkörper-Objekte aus einer CAD-Datenbank geholt und mit Hilfe der Translation und Rotation der "angeknüpften" gemessenen Referenzpunkte im virtuellen 3D-Raum bewegt werden. Nur unfallrelevante Objekte werden dargestellt und in ihrem Bewegungsablauf berechnet. Der resultierende Film ist kein realer Stereo-Film aus Fahrer- oder Kameraperspektive, sondern ein virtueller 3D-Film, welcher auf alle unfallrelevanten Objekte reduziert ist und sich aus allen denkbaren Perspektiven betrachten lässt. Positionen und Fahrdaten sind massstäblich enthalten und müssen nicht aus Bildpixel-Korrelationen abgeschätzt werden. Anstatt einen hochkomplexen Stereo-Sehvorgang zu simulieren und hierzu eine gesamte Szenengeometrie mit Millionen von Pixel-Punkten nachzustellen wird nur die Bewegung von einigen wenigen und gut erkennbaren Referenzpunkten aus den zeitsynchronen Bildern von zuvor einkalibrierten Kameras photogrammetrisch ermittelt.

۱۰



2 Lig.

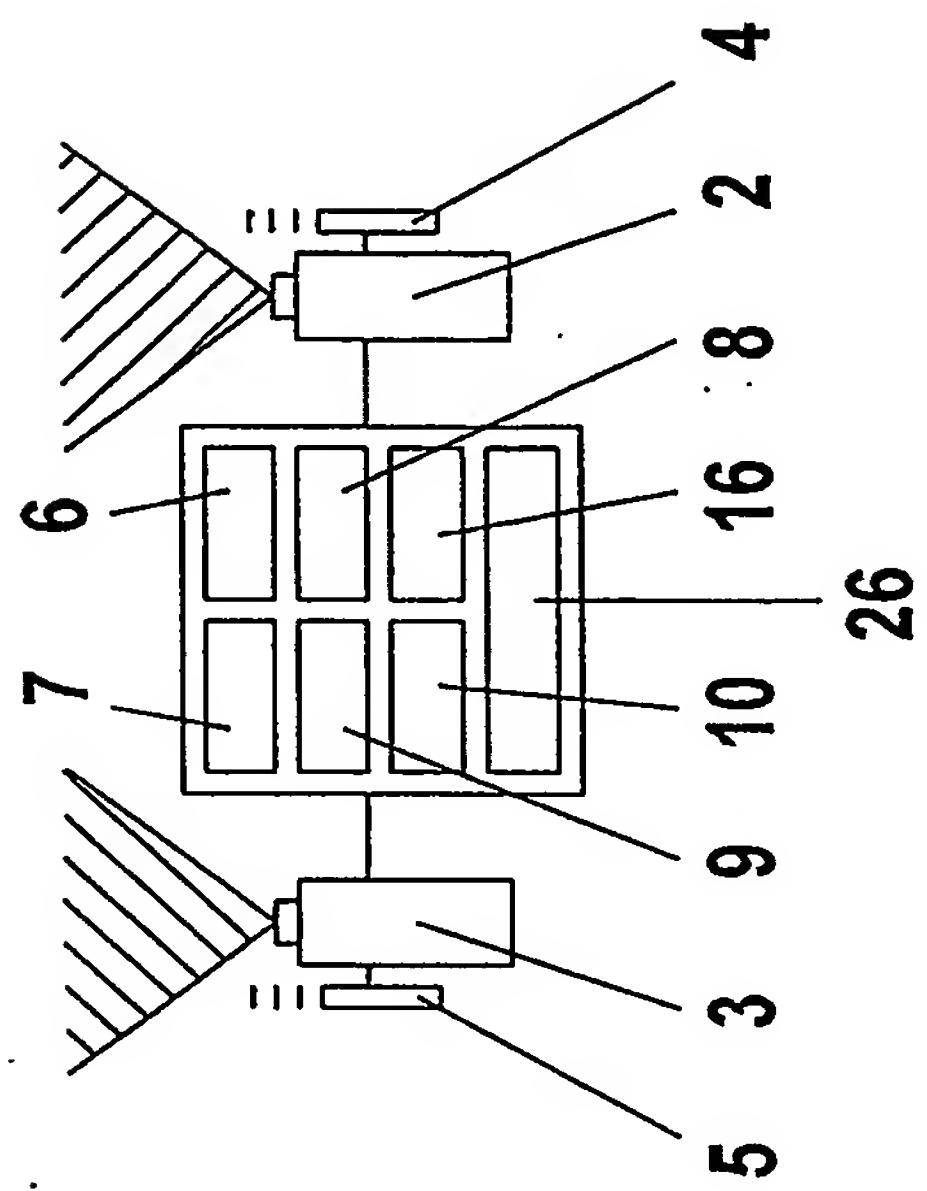
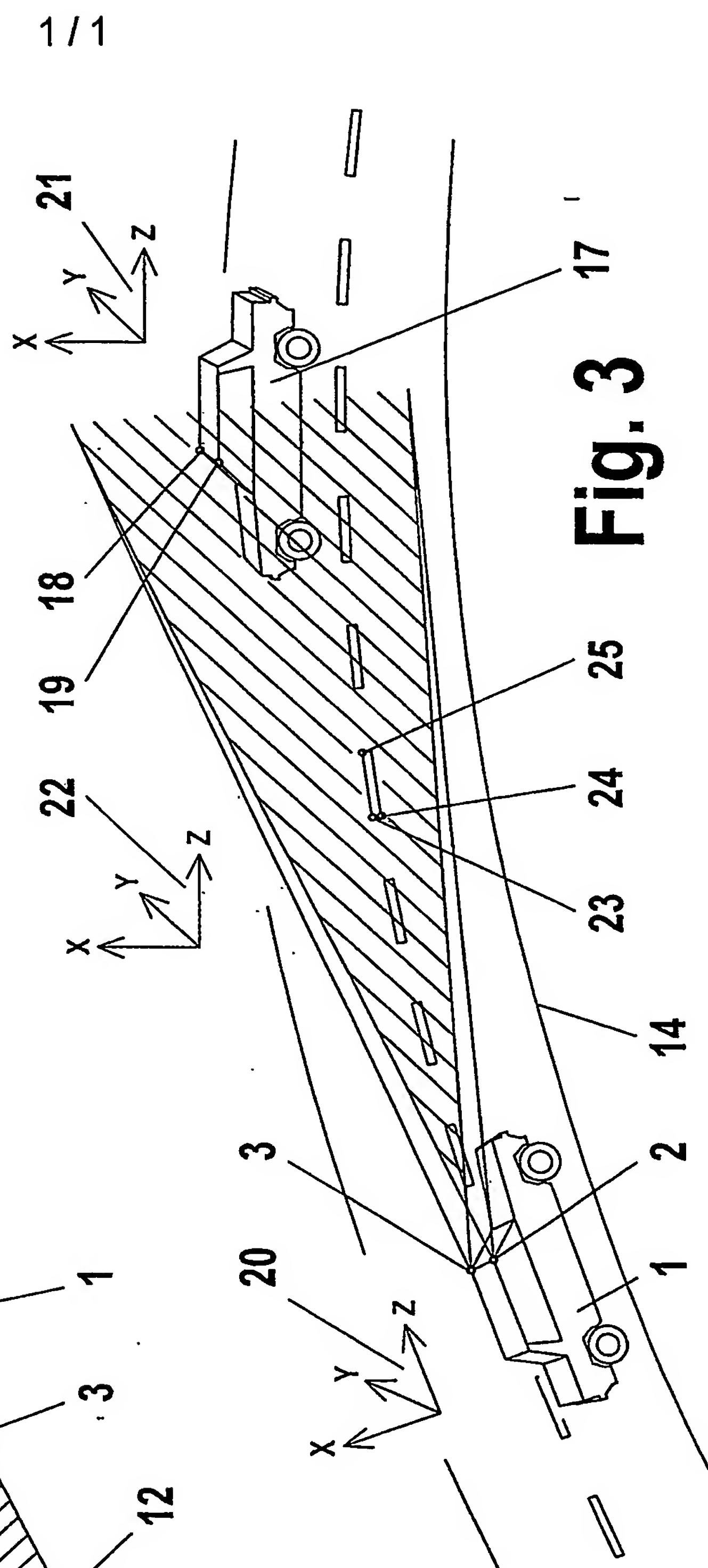


Fig. 3
17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH2004/000676

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G07C5/08 B60R11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHEDMinimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 G07C B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 52 832 A (WEIS ALEXANDER) 11 May 2000 (2000-05-11)	1-7, 9-11, 16-24
Y	the whole document -----	8
Y	WO 88/09023 A (SZABO VIKTOR) 17 November 1988 (1988-11-17) abstract page 8, line 34 – page 10, line 26 page 13, line 3 – page 14, line 27 -----	8
X	DE 42 35 046 A (JAKOBI WALDEMAR ; GABOWITSCH EUGEN (DE)) 21 April 1994 (1994-04-21) the whole document ----- -/-	1,16

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- °A° document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- °E° earlier document but published on or after the international filing date
- °L° document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- °O° document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- °P° document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- °T° later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- °X° document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- °Y° document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- °&° document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 January 2005

Date of mailing of the international search report

25/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Teutloff, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH2004/000676

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/023557 A (WTD TECHNOLOGIES INC) 20 March 2003 (2003-03-20) page 1, line 1 – page 4, line 21 page 20, line 19 – page 27, line 14 -----	1,12-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH2004/000676

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19952832	A	11-05-2000	DE	19952832 A1		11-05-2000
WO 8809023	A	17-11-1988	WO	8809023 A1		17-11-1988
DE 4235046	A	21-04-1994	DE	4235046 A1		21-04-1994
WO 03023557	A	20-03-2003	EP	1488198 A2		22-12-2004
			WO	03023557 A2		20-03-2003
			US	2003046003 A1		06-03-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2004/000676

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes
IPK 7 G07C5/08 B60R11/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G07C B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 52 832 A (WEIS ALEXANDER) 11. Mai 2000 (2000-05-11)	1-7, 9-11, 16-24
Y	das ganze Dokument -----	8
Y	WO 88/09023 A (SZABO VIKTOR) 17. November 1988 (1988-11-17) Zusammenfassung Seite 8, Zeile 34 – Seite 10, Zeile 26 Seite 13, Zeile 3 – Seite 14, Zeile 27 -----	8
X	DE 42 35 046 A (JAKOBI WALDEMAR ; GABOWITSCH EUGEN (DE)) 21. April 1994 (1994-04-21) das ganze Dokument ----- -/-	1,16

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

18. Januar 2005

25/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Teutloff, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2004/000676

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 03/023557 A (WTD TECHNOLOGIES INC) 20. März 2003 (2003-03-20) Seite 1, Zeile 1 - Seite 4, Zeile 21 Seite 20, Zeile 19 - Seite 27, Zeile 14 -----	1, 12-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2004/000676

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19952832	A	11-05-2000	DE	19952832 A1		11-05-2000
WO 8809023	A	17-11-1988	WO	8809023 A1		17-11-1988
DE 4235046	A	21-04-1994	DE	4235046 A1		21-04-1994
WO 03023557	A	20-03-2003	EP	1488198 A2		22-12-2004
			WO	03023557 A2		20-03-2003
			US	2003046003 A1		06-03-2003